

PEMANFAATAN *PILLARED CLAY* SEBAGAI PENYARING MOLEKULAR PADA LIMBAH PESTISIDA¹

Joko Prakoso A.W.², Khoirun Nisa², Willy Hapsari², dan Irma Aryanti²

INTISARI

Telah dilakukan penelitian mengenai proses pemiliran pada lapisan lempung alam yang akan digunakan sebagai penyaring molekul. Pemiliran dilakukan dengan memasukkan ion Tetra Metil Ammonium (TMA) ke dalam antar lapis lempung yang nantinya akan menggantikan ion Na, Mg dan sebagainya. Metode yang digunakan adalah metode *batch*. Untuk menunjukkan bahwa lempung telah terpilarkan, maka lempung yang terbentuk (TMA-Bentonit) dianalisis dengan difraksi sinar-X.

Pilar yang terbentuk pada lapisan ini, selanjutnya dimanfaatkan sebagai penyaring molekul. Dalam penelitian ini digunakan molekul pestisida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lempung alam Na-Bentonit terpilarkan oleh TMA⁺, yaitu dengan adanya pelebatan pada lapisan lempung sebesar 4,473 °A. Diperoleh juga adanya bahan-bahan organik yang terserap di dalam lempung yang telah terpilarkan, yakni sebesar 0,4213 mg per 10 mg TMA-Bentonit.

¹Lomba Karya Inovatif Produktif Bidang Sains dan Teknologi Tahun 2000. Dosen pembimbing Dr. Karna Wijaya

²Mahasiswa Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam mendukung peningkatan kualitas hasil pertaniannya, sebagian besar masyarakat Indonesia menggunakan pestisida untuk melindungi tanaman dari hama penyakit. Padahal penggunaan pestisida akan mencemari air sawah yang bermuara ke sungai sehingga berbahaya bagi ekosistem sungai. Menurut standar baku mutu lingkungan, kadar maksimum pestisida jenis DDT dalam air adalah 0,03 mg/L, jenis karbamat dan organofosfat 0,1 mg/L.

Selama ini, orang kesulitan dalam menangani masalah limbah pestisida karena merupakan senyawa organik yang cukup resisten dalam tanah. Karena itulah, dengan memanfaatkan lempung alam yang terpilarkan diharapkan dapat menyaring molekul pestisida yang ada, mengingat keberadaan lempung di Indonesia sangat melimpah dan kurang dimanfaatkan.

Identifikasi Masalah

Perlu adanya upaya mengatasi pencemaran pestisida dengan membuat suatu bahan penyerap pestisida yang handal.

Pembatasan Masalah

Lempung alam khusus jenis Monmorilonit dimodifikasi untuk dapat menyerap molekul pestisida yang dalam penelitian ini digunakan jenis insektisida berlabel Dursban. Sebagai agen pemiliran agar dapat menyerap molekul pestisida secara optimum digunakan Tetra Metil Ammonium Klorida (TMACl) hingga terbentuk lempung yang terpilarkan

(TMA-Bentonit). Preparasi untuk pembentukan *pillared clay* ini adalah pengadukan terus menerus selama 24 jam (*metode batch*).

Perumusan Masalah

Prinsipnya adalah lempung alam dipilarkan dengan TMA⁺ sehingga diperoleh *pillared clay* (TMA-Bentonit) dilanjutkan dengan penerapan pestisida baik oleh lempung tak terpilarkan maupun lempung terpilarkan. Diharapkan lempung terpilarkan akan dapat menyerap pestisida lebih banyak daripada lempung tak terpilarkan.

Kegunaan

Komponen Inovatif

Dilakukan modifikasi lempung alam jenis monmorilonit yang (biasanya selama ini menggunakan lempung sintetik) dengan pemiliran menggunakan TMACl menjadi TMA-Bentonit. Sehingga diperoleh sifat adsorben yang optimum.

Komponen Produktif

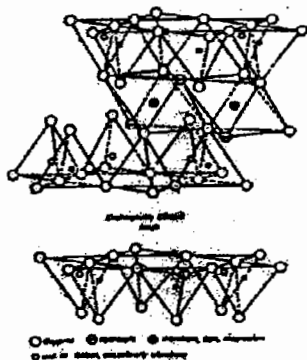
TMA-Bentonit yang dihasilkan dapat diaplikasikan dalam beberapa fungsi seperti adsorben, penyimpanan data optik, katalisator, penyaring molekular dan pendukung material fotokromik.

TINJAUAN PUSTAKA

Lempung

Lempung merupakan mineral alam dari keluarga silikat yang berbentuk kristal dengan struktur berlapis (dua

dimensi) berwarna kecoklatan dan memiliki ukuran partikel $< 2\mu\text{m}$. Mineral ini dapat dibagi menjadi beberapa kelompok yaitu kaolinit, smektit/monmorilonit dan klorit. Struktur lempung golongan monmorilonit ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Struktur lempung golongan monmorilonit/smektit

Lempung terpilarkan

Lempung terpilarkan dibuat dengan interkalasi. Interkalasi adalah suatu penyisipan *reversible* dari spesies kimia ke dalam antar lapis (*interlayer*) dari senyawa berlapis. Dalam penelitian ini, kation yang disisipkan sebagai agen pemilar adalah TMA⁺.

Pestisida

Pestisida merupakan senyawa kimia yang digunakan untuk mengendalikan atau membunuh jasad pengganggu. Jenis pestisida bervariasi menurut jasad pengganggu yang akan dibunuh (insektisida untuk serangga, herbisida untuk gulma dan sebagainya).

Pada tahun 1980 diketahui bahwa resistensi insektisida terhadap lingkungan untuk DDT ialah 229 dan untuk organofosfat adalah 200. Oleh sebab itu, dipilihlah Klorpirifos yang tergolong senyawa organofosfat turunan heterosiklik yang umum dipakai masyarakat karena terbukti efektif untuk membunuh serangga (seperti lipas/kecoa di rumah tangga/restoran).

Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Kapasitas Tukar kation (KTK) didefinisikan sebagai milligram ekuivalen kation total per gram atau per 100 gram lempung kering. Kation yang dapat bertukar pada umumnya adalah Ca, Mg, K dan Na. Pada penelitian ini, ion Na ditukar dengan kation TMA dengan harga KTK sebesar 74,25 meq/100 gram bentonit kering (Setyowati L, 1995).

METODE PENELITIAN

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah membuat suatu mikro-pori pada lempung alam Monmorilonit dari bentonit,

dengan memilarkan antar lapis lempung bentonit dengan agen pemilar TMA⁺ yang dimanfaatkan sebagai penyaring molekuler, dalam hal ini digunakan molekul pestisida.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Fisika, FMIPA UGM, Yogyakarta.

Metode Penelitian

Preparasi sampel

Sampel dibuat dengan melarutkan Dursban dengan konsentrasi 250 g/L. Lalu dibuat konsentrasi 4 ppm dan 1 ppm dengan mengencerkannya menggunakan aquades.

Preparasi Na-Bentonit

Lempung jenis Na-Bentonit didispersikan dalam NaCl jenuh (garam dapur). Diaduk untuk mendapatkan kandungan Na⁺ yang berlebih. Na-Bentonit disaring lalu dicuci dengan aquades. Residu dikeringkan dalam oven $\pm 100^\circ\text{C}$ lalu digerus dan diayak 100 mesh. Na-bentonit siap digunakan.

Preparasi lempung terinkalasi

Na-Bentonit yang siap digunakan didispersikan dalam larutan TMA⁺ sebanyak 400ml (TMA⁺ 2,747 gr dilarutkan dalam air hingga 400 ml), diaduk selama 24 jam. Jumlah TMA⁺ yang digunakan sebanyak 5 kali kapasitas tukar kationnya. Larutan TMA⁺-Bentonit disaring dengan vakum dan dikeringkan dengan oven yang dijaga suhunya kurang dari titik didih TMA⁺ (420°C). Kemudian digerus dan diayak 100 mesh. Berat TMA⁺ dalam sampel diukur dengan *Thermal Gravimetri Analysis* (TGA) dan dilakukan karakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), spektrometer *infra red* (IR).

Interkalasi/penyisipan molekul pestisida ke dalam lempung terpilarkan

Lempung yang telah terpilarkan dengan senyawa TMA⁺ digunakan sebagai penyaring molekul pestisida dengan cara interkalasi. TMA-Bentonit 2 gr didispersikan dalam 100 ml larutan sampel pestisida 4 ppm, diaduk secara *batch*, disaring dengan *buchner* dan diayak hingga 100 mesh. Hasilnya dianalisis dengan TGA dan IR.

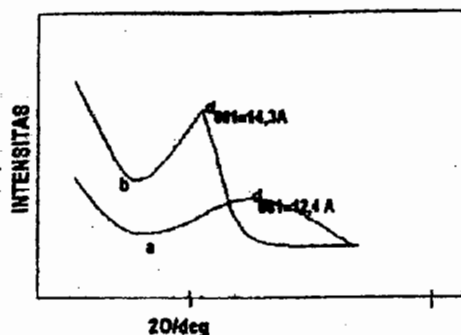
Interkalasi molekul pestisida ke dalam Na-bentonit

Dilakukan pula uji penyaringan molekul pestisida ke dalam Na-Bentonit yang belum terinkalasi TMA⁺. Perlakuan sama dengan uji penyaring molekul pestisida dengan TMA-Bentonit.

Lempung alam yang digunakan berasal dari Salatiga. Sedangkan pestisida jenis insektisida bermerk Dursban 20E konsentrasi 200 g/l buatan PT Pacifik Indonesia.

Keberadaan lempung terpilarkan dideteksi dengan X-ray diffraction. Terbentuknya pori dilihat dari difraktogram XRD dari Na-bentonit dengan TMA-Bentonit Hasil difrak-

togram XRD untuk Na-bentonit dan TMA-bentonit ditunjukkan pada gambar 2.



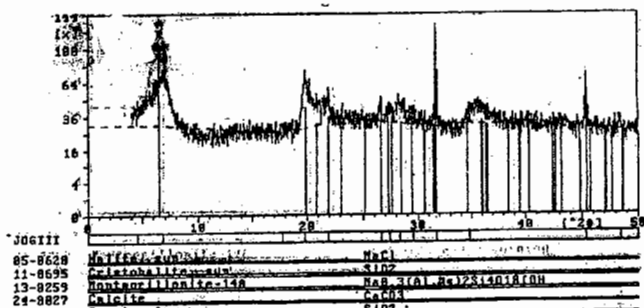
Gambar 2. Difraktogram XRD a) Na-bentonit b) TMA-Bentonit

Besarnya pelebaran pilar lempung dihitung dengan cara :

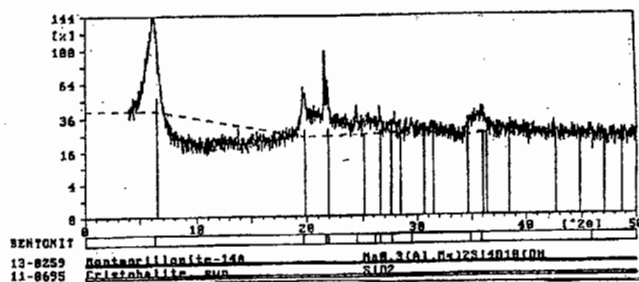
$$d_{001} = d_{001} \text{ TMA-Bentonit} - d_{001} \text{ Na-Bentonit (1)}$$

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi TMA-Bentonit dengan Difraksi sinar-X



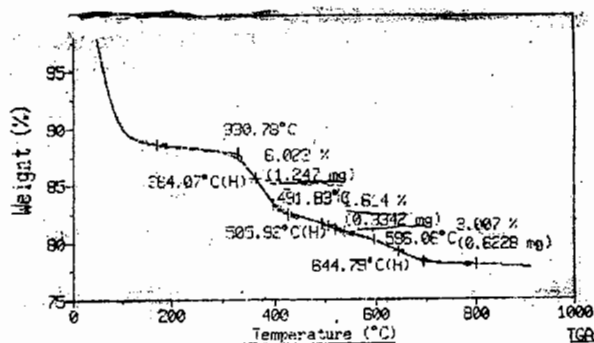
Gambar 3. Difraktogram Na-bentonit



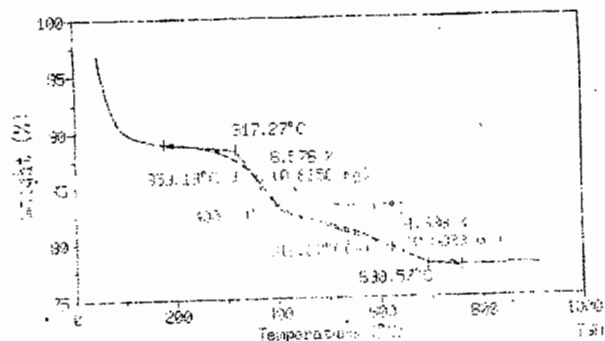
Gambar 4. Difraktogram TMA-bentonit

Difraktogram tersebut diatas menunjukkan harga d_{001} Na-Bentonit (terhidrat) sebesar 12,9596 °A, sedangkan TMA-Bentonit memiliki harga d_{001} sebesar 14,07356 °A. harga d_{001} Na-Bentonit (tak terhidrat) sebesar 9,6 °A. Jadi kation TMA mampu memperbesar jarak antar lapisan lempung sebesar 4,473 °A.

Karakterisasi dengan TGA



Gambar 5. Kurva TGA dari TMA-Bentonit + pestisida 4 ppm



Gambar 6. Kurva TGA dari TMA-Bentonit

Dari hasil analisis ,bentonit hanya dapat menyerap molekul pestisida sangat sedikit, hal ini didapat bahwa Na ini dapat dilihat pada grafik kurva yang mengalami penurunan yang kecil. Sedangkan pada TMA-Bentonit didapat hasil kurva yang mengalami penurunan drastis pada suhu sekitar 300°C, yang menunjukkan adanya pestisida yang menguap pada suhu tersebut.

Dari analisis gambar di atas, pada suhu 400 °C didapatkan jumlah senyawa yang menguap sebesar 0,4214 mg.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil studi ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis difraksi sinar X dan IR menunjukkan bahwa bentonit terdiri dari mineral utama berupa monmorilonite
2. Hasil analisis dengan difraksi sinar-X menunjukkan bahwa ion TMA terinterkalasi ke dalam bentonit menginduksi ruang antar lapis bentonit membentuk pilar bentonit. Ion TMA memberikan perubahan jarak sebesar 4,473 °A.

Saran

Perlu dikembangkan penelitian untuk beberapa jenis sampel pestisida golongan senyawa karbamat, herbisida, fungisida, dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Masumoto, M, *et al.*, 1995, *Adsorption Properties of Pillar Interlayered Monmorillonite*. The Chemical Society of Japan, 58, 1-5.
- Sastroutomo, S., 1992, *Pestisida, dasar-dasar dan Dampak Penggunaannya*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wijaya, K., 2000, *Lempung Terpillar (Pillared Clay) sebagai Material Multiguna*. Jurnal Ilmu Kimia, FMIPA, UII, Yogyakarta.
- Setyowati, L., 1995. *Sintesis TMA-Bentonit dan Interkalasi Azobenzena ke dalam TMA-Bentonit* (Skripsi), FMIPA, UGM, Yogyakarta